

محاضرات  
في  
**الهندسة الصناعية**

لطلبة  
المرحلة الرابعة  
في قسم  
**هندسة المكنائن والمعدات**  
لكافة الفروع

أعدت من قبل  
الأستاذ المساعد الدكتور  
**نبيل جورج ناسي**

,  
الأستاذ المساعد الدكتور

**سمير علي امين**

2008

# المباج الأول

## الانتاجية

المصدر :

د. عادل عبد المالك " الهندسة الصناعية " دار الكتب للطباعة والنشر/ جامعة البصرة –  
الطبعة الأولى 2000.

## الفصل الأول

### مفاهيم وأهداف الهندسة الصناعية

تعتبر أدوات الإنتاج ووسائله المتمثلة بالمكائن من بين عناصر الإنتاج المهمة ، وفي ضوء معطيات الثورة التكنولوجية التي عمت عالم التصنيع تطورت المكائن الإنتاجية ولا تزال تتطور بشكل سريع وكبير من حيث نسب الآلية والدقة والطاقات الإنتاجية ، مما يستدعي تطوراً مماثلاً بطرائق التصنيع ومهارات العمل ونظم إدارة الإنتاج بغية التمكن من إستغلال الطاقات الإنتاجية للمكائن وضمان زيادة الإنتاج وتحسين جودته وخفض كلفة تصنيعه . لذا فتطوير نظم الهندسة الصناعية بشكل مرادف لتطور المكائن والمعدات الإنتاجية أمر ضروري لضمان تحقيق الأهداف المرجوة والمستهدفة من تنفيذ الخطط الإنتاجية السنوية التي تعتمد عليها المنشآت الإنتاجية بجانب تحديث المعارف والدرايات الإدارية والفنية والتقنية للكادر المتقدم والمباشر لتمكينه من ترجمة النظم المتطورة للواقع الحالي بالكفاءة المطلوبة وبأقل النفقات الممكنة .

ولضمان إدارة إنتاج المنشآت الصناعية بأفضل كفاءة أداء وبأقل الكلف المقرونة بالجودة المطلوبة للسلع المنتجة ، يتوجب تكييف أو إستحداث نظم لإدارة العمليات التصنيعية طبقاً لمستوى تطور المكائن والمعدات الإنتاجية ووتائر سرعة المستجدات التكنولوجية وبما ينسجم مع متطلباتها . وقد أثبتت الوقائع والأحداث في الدول المتقدمة صناعياً ، إن تطوير نظم الهندسة الصناعية وإعتماد نظم جديدة تتماشى ومستوى أتمة المكائن ونسب آليتها يحسن من أساليب الأداء ونوع التنظيم ويعمل بشكل مباشر وغير مباشر إلى الإرتفاع بوتائر إنتاجية العمل .

لذا فإن أنشطة وفعاليات الهندسة الصناعية في ضوء المستجدات السريعة والكبيرة للثورة التكنولوجية يتوجب أن تتسم بصفة الديناميكية والتغير السريع المرادف لسرعة التغيرات التكنولوجية بالنظم وبإستخدام الأساليب الكمية المتطورة لأحكام عملية أي نشاط أو فعالية إنتاجية ضمن معيار كمي مستهدف لإستبعاد أي إجتهد أو سوء تنظيم قد يترتب عليه هدر الطاقات الإنتاجية والمواد الأولية، فضلاً عن سوء إستخدام قوة العمل وعدم إستغلالها بالصيغ المطلوبة .

ولدراسة تطور نظم الهندسة الصناعية ومعطياتها لابد من التطرق إلى مراحل التطور التاريخي لنسب آلية المكائن الإنتاجية منذ إندلاع الثورة الصناعية المتمثلة بإختراع الآلات البخارية من قبل جيمس واط في عام 1775 وإستخدامها كقوة محركة لتشغيل مكائن الغزل والنسيج ، مما أدى إلى تغيير المفاهيم التي كانت سائدة آنذاك بخصوص إقتصاديات التصنيع ، لأن إستخدام الآلات البخارية حقق كميات كبيرة من الإنتاج في وحدة الزمن بالمقارنة مع الآلات اليدوية وبجودة أفضل وبكلف أقل وترتب على ذلك أيضاً الإستغناء عن الجهد الجسدي لعدد كبير من الأفراد العاملين بحقل التصنيع وخلق ضرورة ملحة لتطوير مهارات ودرايات العمل بما ينسجم مع نسب تطور المكائن ومتطلبات العمل عليها.

لذا لابد من تحديث أو إستبدال نظم العمل الإداري والصناعي لمسايرة هذه التطورات ومواجهة مستلزمات وإحتياجات تطبيقاتها في الواقع العملي وبناءً عليه تطورت نظم الهندسة الصناعية بشكل مرادف للتطورات التكنولوجية . وأدناه سمات ومميزات كل مرحلة من مراحل التطور التاريخي لنسب آلية المكان الإنتاجية :

المرحلة الأولى ( مرحلة ما قبل الثورة الصناعية ) : لم تكن هناك حاجة لنظم الهندسة الصناعية لإدارة وتشغيل المصانع بالمفهوم الواضح لأن الإنتاج كان مشتركاً بين المصانع ( صغيرة الحجم وقليلة العدد ) والمنازل (التي تغطي الجزء الأكبر من إحتياجات السوق ) وكان العمل يدوياً ولا توجد منافسة بين المصانع والمنازل لغزو الأسواق لقلة حجم الإنتاج ومحدودية التشكيلات السلعية وضعف الطلب لإخفاض مستوى المعيشة . مما أدى إلى أن يكون مالك المصنع مصمم طرائق تصنيعه ومديره ومسعر كلف الإنتاج وأسعار بيع المنتجات معتمداً على طريقة الخطأ والصواب في إدارة نشاطاته الإدارية وفعالياته الصناعية وبغياب نظام يحكم كل نشاط ضمن إطار أبعاده وعلاقته بالأنشطة الأخرى من الناحيتين الهندسية والصناعية .

المرحلة الثانية (مرحلة الثورة الصناعية ) : تميزت هذه المرحلة بتطور سريع وكبير في نوعية المكان والمعدات الإنتاجية مما أدى إلى :

1- الإنتشار الواسع للعمل الآلي وانتقال الإنتاج من المنازل إلى المصانع ومن ثم سيطرة المصانع

على الجزء الأكبر من إحتياجات السوق وتطور نوعية المنتجات وإنخفاض أسعارها بالمقارنة مع نوعية وأسعار منتجات المنازل مما خلقت جملة من معوقات عمل إدارية وصناعية أهمها :

- زيادة طاقات المكان ونسب آليتها أدى إلى إرتفاع إنتاجيتها مع ثبات الجهد المبذول من قبل العامل أو إنخفاضه عما سبق ، وتسبب هذا بعدم تناسب الأجر مع الجهد المبذول وكمية الإنتاج بوحدة الزمن مما أدى إلى ظهور خلافات بين العمل وأرباب العمل مما أستدعى إيجاد نظم إجور وحوافز تربط الجهد بإنتاجية العمل بصيغة ترضي الطرفين المتنازعين ، لذا تطلب ضرورة الإعتماد على دراسة العمل (الحركة والوقت ) لتحديد الوقت القياسي للعمليات الصناعية بغية تحديد الأجر ومقدار الحافز بشكل علمي مفهوم بأبعاده وتطبيقاته من قبل كافة الأطراف المشتركة بالعمليات الإنتاجية .

- إرتفاع نسب الحوادث والإصابات في بيئة ومواقع العمل الصناعي مما أستدعى إلزام أصحاب المعامل إستحداث شعب للتدريب المهني التخصصي داخل المصانع لإكساب العمال المهارات اللازمة للعمل على المكان الآلية وتوفير متطلبات ومستلزمات الأمان الصناعي ودفع تعويضات الإصابات والتأمين على العاملين ضد الحوادث اللادائية .

2- توسيع المصانع القائمة وإقامة مصانع بحجوم كبيرة مما أدى إلى :

- ضرورة إجراء دراسات فنية وإقتصادية لتحديد الحجم الأمثل للمصنع والعدد الأمثل للعاملين الضروريين لتشغيله بصيغ مربحة (دراسات الجدوى الإقتصادية ) .

- وجوب إختيار التنظيم الإداري والتكنولوجي المتناسب مع حجم الإنتاج وطرائق التصنيع ونوعية الآلات والمكانن المستخدمة لضمان توفير متطلبات تأمين أقصر خطوط إتصال وأقل وقت لتنفيذ المسالك التكنولوجية المعدة للأغراض التصنيعية .
- إعتداد الأساليب العلمية في التخطيط والتنسيق والرقابة على العمليات الإنتاجية .
- وجوب تغيير قوانين العمل والضمان والتعويضات وطرائق دفع الأجر .
- 3- ظهور منافسة شديدة بين المصانع التي تنتج سلع مماثلة لغزو الأسواق على أساس النوعية والسعر مما أدى إلى إستحداث :
  - نظم متكاملة لحسابات كلف الإنتاج .
  - أساليب رفع الإنتاجية وطرائق إحتساب الإنتاجية الجزئية .
  - نظم للسيطرة على الخزين .
  - نظم مناولة المواد والنقل لتخفيض كلفها .
  - نظم السيطرة على نوعية الإنتاج وضبط جودة المنتج .
- فقد ساهم عدد كبير من الرواد في هذه المرحلة ببلورة أساسيات علوم الهندسة الصناعية أبرزهم :
  - آدم سميث - في كتابه " ثروة الأمم " عام 1776 نادى بمبدأ تقسيم العمل ( تقسيم المسلك التكنولوجي المعتمد لتصنيع أية سلعة إلى عدد من المراحل المتعاقبة وتنسيب عامل بشكل ثابت لتنفيذ كل مرحلة من هذه المراحل ) .
  - تشارلس بابيج - في كتابه " إقتصاديات الإنتاج وإستخدام الآلات " في عام 1832 أضاف مبدأ التخصص المهاري للعمل ( تحديد مستوى المهارة الضرورية لإنجاز كل مرحلة من مراحل المسلك التكنولوجي وإعتمادها كأساس لدفع الأجر ) .
  - هنري تاون - في مقالته عام 1886 " المعلومات الإقتصادية الضرورية للمهندس " أكد على أهمية إستخدام المعلومات الإحصائية عن المواد والأجور والتكاليف لتحليل الأنشطة الإدارية والصناعية من أجل تقييمها ومحاولة تطويرها ( مدخل للإدارة العلمية للإنتاج).
  - فردريك تايلر - أكد في كتابه " مبادئ الإدارة العلمية " عام 1911 على ضرورة جمع الحقائق وتحليلها وإجراء الأبحاث الميدانية وإتخاذ القرارات في ضوء نتائجها من أجل التوصل للإستخدام الأفضل للموارد البشرية والمادية المتاحة . وركز على تطبيق مبدأ الثواب والعقاب كحافز لرفع إنتاجية العمل منذ عام 1898 .
  - هنري جانت - إقترح سنة 1913 خلال إجتماع للجمعية الأمريكية للمهندسين الميكانيكيين ضرورة التوسع بإجراء التجارب والأبحاث والدراسات في مجال الإدارة الهندسية بغية إعتداد نتائجها كأساس لإتخاذ القرارات الصائبة ولغرض السيطرة على الإنتاج في مراحل التصنيع المختلفة إستحدث خرائط جانت لضبط الإنتاج .

- هنري فايول - أكد في كتابه " الإدارة العامة والصناعية " عام 1916 على أهمية التنبؤ لوضع الخطط على المدى البعيد إلى جانب الإهتمام بالمشاكل القائمة وحدد ستة أنشطة أساسية في أية منشأة إنتاجية منها النشاط الإداري الذي يتضمن : التخطيط ، التنظيم ، التوجيه ، التنسيق و السيطرة .
- فرانك جلبرت - إستخدم ، في مقاله " العلم في الإدارة أحسن وسيلة لتأدية العمل " عام 1922 ، أجهزة التصوير الفوتوغرافي لدراسة الحركة أثناء العمل إذ قسمها إلى 17 حركة لغرض تحسين أساليب إداء العمل .
- أوليفر شيلدون - أكد في كتابه " فلسفة الإدارة الصناعية " نشر عام 1923 بضرورة التمييز بين رأس المال والعاملين والإهتمام بتنمية كفاءات العمل ولجميع المستويات في الهيكل التنظيمي المعتمد عن طريق معالجة مختلف ظواهر النقص والقصور في الإداء من خلال التدريب الهادف وإعادة التدريب .
- هاري هوف - أكد في بحثه " الإدارة والأمثل " الذي ألقاه في إجتماع اللجنة الدولية للإدارة العلمية في لندن سنة 1935 على ضرورة إستخدام المعادلات الرياضية في مجال الإدارة الصناعية ودعى إلى تحويل "علم الإدارة" إلى "علم الأمثلية" .
- جورج مايو - أكد في كتابه " المشاكل الإجتماعية للمدينة الصناعية " في عام 1922 على أهمية دراسة رغبات العمال والإهتمام بتنظيماتهم داخل الوحدة الإنتاجية .
- ماري فيوليت - أكدت في كتابها " أساسيات القيادة " على ضرورة إستخدام الوسائل العلمية لعلاج مشاكل العلاقات الإنسانية .
- إبراهيم ماسلو - أوضح في كتابه " نظرية الدوافع الإنسانية " إن أي فرد عندما يأتي إلى محيط العمل فإنه يحمل معه جملة من الحاجات العضوية والنفسية والإجتماعية والإقتصادية وعند إشباع هذه الحاجات تنهيء أفضل الفرص لتحقيق الرضا ، مما يؤدي بالنتيجة إلى النهوض بمستوى الإنتاجية .
- ظهور فرق بحوث العمليات للأغراض العسكرية خلال الحرب العالمية الثانية 1939-1945 وخصوصاً للدول المتحاربة لحاجتها الماسة إلى زيادة إنتاجية مختلف المصانع لمواجهة الإحتياجات الكبيرة والمتواصلة للأسلحة ومختلف التجهيزات العسكرية والإستهلاكية الضرورية لإدامة الحرب .

المرحلة الثالثة ( مرحلة الثورة التكنولوجية ) : بعد إنتهاء الحرب العالمية الثانية عام 1945 إنتقل العلماء في فرق بحوث العمليات للأغراض العسكرية إلى المجالات الصناعية والخدمية ، إذ وصلت نظرياتهم وأساليبهم درجة عالية من التكامل والنضوج وبمساعدة التطور الواسع للحاسبات الأليكترونية. مما أدى إلى أن تحتل بحوث العمليات السمة المميزة لمرحلة الثورة التكنولوجية من خلال

توظيف العلم لخدمة العمل وإتخاذ القرارات الإدارية والهندسية والصناعية الأكثر فاعلية في ضوء ذلك .  
أما أهم تطبيقات بحوث العمليات في الميدان الصناعي يمكن إيجازها بما يلي :

#### 1- الأساليب :

أ- البرمجة الخطية *Linear Programming* - تستخدم لتخطيط الإنتاج وتخصيص الأعمال على المكائن وتنظيم عملية المبيعات وتخطيط عمليات نقل المواد الأولية للمصنع والسلع تامة الصنع من المصنع لتحقيق أعلى ربح وأقل كلفة .

ب- البرمجة الديناميكية *Dynamic Programming* - تستخدم لإيجاد القرار الأمثل من عدة قرارات متداخلة ومتعاقبة تخص التخطيط للإنتاج والمبيعات .

ج- التتابع *Sequencing* - لإيجاد التعاقب الأمثل لمراحل التصنيع أو التجميع .

#### 2- النظريات :

أ- نظرية إتخاذ القرار *Decision Making theory* - تستخدم لإتخاذ القرار الأمثل في حالة التأكد أو عدم التأكد أو المخاطرة .

ب- نظرية المباراة *Game theory* - لتحديد أفضل السياسات المتبعة لتحقيق أعلى ربح أو أقل كلفة ممكنة عند وجود عدة حالات طبيعية.

ج- نظرية صفوف الإنتظار ( الطوابير ) *Queuing theory* - لتخطيط الخدمات وتحديد العمل الأمثل من مراكز الخدمة والعاملين فيها لتقديم الخدمة بمستوى الجودة المطلوبة وأقل الكلف من خلال تخفيض النسبة بين وقت أداء الخدمة ووقت الإنتظار.

#### 3- التحليلات :

أ- تحليل المخططات الشبكية *Network analysis* - لتحليل عملية تخطيط وجدولة ومتابعة تنفيذ المشاريع المحددة .

ب- تحليل المدخلات-المخرجات *Input-Output analysis* - لتخصيص الموارد الإقتصادية بشكل متوازن بين القطاعات الإقتصادية المختلفة.

ج- تحليل ماركوف *Markov analysis* - لرسم السياسات الإنتاجية المثلى وتخطيط الخزين من السلع الجاهزة من خلال تحديد حجم المبيعات المتوقع.

د- تحليل المنافع- التكاليف *Benefit-Cost analysis* - لتقييم جدوى إقامة المشاريع لإتخاذ القرار الأمثل لقبولها أو رفضها إستناداً لمعدل المردود من الإستثمار.

#### 4- النماذج :

أ- نماذج النقل *Transportation models* - لإيجاد أقل الكلف الممكنة لنقل المواد الأولية والمصنعة.

ب- نماذج الخزين *Inventory models* - لتحديد الحجم الإقتصادي الأمثل لطلبات الشراء ولرصيد الطوارئ ومعدل الخزين ونقطة إعادة الطلب.

ج- نماذج الإحلال *Replacement models* - لتحديد الموعد الأمثل لإستبدال المكين والمعدات الإنتاجية لتخفيض كلف الصيانة والتشغيل.

أما أهم سمات ومميزات الصناعة والهندسة الصناعية الحديثة يمكن إيجازها بما يلي :

1- التخصيص - يقصد به تخصيص منشأة صناعية بإنتاج سلعة واحدة أو عدد محدود جداً من السلع المتماثلة.

2- الآلية - يعني الإعتماد الواسع على إستخدام الآلات والمعدات والمكين الأوتوماتيكية لتوفير الجهد العضلي والذهني بجانب دقة الإنتاج والإقتصاد بالمواد الأولية وزيادة كمية الإنتاج.

3- العلمية - تعني تطبيق الطرق العلمية وأساليب بحوث العمليات لتخطيط وتنفيذ وتقييم أية فعالية أو نشاط صناعي لإتخاذ القرار الصائب.

4- النظم - تعني وجوب إجراء ممارسة فعالية تحليلات النظم بهدف تحسينها لضمان تحقيق أهدافها في التطوير والتشغيل الإقتصادي لعناصر الإنتاج الأساسية ( المواد ، المكين والعمل ).

ومما تقدم أعلاه يمكن تعريف الهندسة الصناعية بأنها " مجموعة العلوم التي تتناول التنسيق بين طبيعة المواد الأولية والطاقات المتاحة للمكين الإنتاجية وجهود العاملين عليها بهدف الحد من الهدر في المواد والجهود وتحسين إنتاجية العمل " .

إن التطبيقات العملية الصائبة لهذه العلوم تمكن من إقامة مشاريع صناعية مجدية إقتصادياً وتشغيلها بصيغ مربحة وتطوير منتجاتها بشكل مستمر ودائم لضمان سرعة تسويقها . لذا فإن ما تناولته هذه العلوم وتطبيقاتها الصائبة تساعد على تحقيق الأهداف الأساسية لأية منشأة صناعية والمتمثلة بإنتاج السلع بالكميات المطلوبة والنوعيات المحددة وبأقل ما يمكن من كلف.



## الفصل الثاني

### 2-1- الدراسات الفنية والإقتصادية لجدوى المشاريع

إن إتخاذ القرار المناسب لإقامة أي مشروع صناعي يتوجب أن يستند على المؤشرات التي تضمن تحقيق أهداف خطط التنمية والمتمثلة بالحالة العامة في زيادة الدخل القومي ورفع مستوى الدخل الفردي وتحقيق الإستخدام وإعادة التوازن الإقتصادي والإجتماعي بين المناطق المختلفة بالإضافة إلى تحقيق التكامل الصناعي بين مجمل فروع وقطاعات الإقتصاد . أما المؤشر الرئيسي الذي يستهدفه القطاع الخاص عند إقامة أي مشروع هو تحقيق أعلى ربح .

للحصول على موافقة تنفيذ أي مشروع والتأكد من نجاحه يجب إعداد وإحتساب :

- 1- الطلب المتوقع وتحديد الطاقة الإنتاجية للمشروع .
- 2- وصف موجز لمراحل الإنتاج .
- 3- رأس المال المستثمر - ويتضمن قيمة :
  - أ- المكنائن والمعدات الإنتاجية .
  - ب- الأدوات الإحتياطية .
  - ج- الأبنية بمختلف أنواعها .
- 4- رأس المال التشغيلي - يتضمن :
  - أ- كلفة المواد الأولية والمساعدة والتكميلية الضرورية للعمليات التصنيعية .
  - ب- اجور الأيدي العاملة بمختلف أنواعها ومستوياتها الوظيفية .
  - ج- المصاريف الصناعية ( مثل الماء ، الكهرباء ، الزيوت ... إلخ ) .
- 5- الكلفة الإجمالية للإنتاج - تتضمن :
  - أ- الكلفة الثابتة .
  - ب- الكلفة المتغيرة .
- 6- الربح السنوي = قيمة المبيعات الكلية - الكلفة الإجمالية للإنتاج .
- 7- القيمة المضافة الإجمالية - تتضمن :
  - أ- الاجور والضمان .
  - ب- الإندثارات .
  - ج- الفوائد والتأمين .
  - د- الأرباح .
- 8- النسبة المئوية لربحية المشروع = 
$$\frac{\text{الربح السنوي للمشروع}}{\text{رأس المال المستثمر}} * 100\%$$

### التكاليف الثابتة

$$9- \text{حجم نقطة التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{سعر الوحدة الواحدة} - \text{التكاليف المتغيرة للوحدة الواحدة}}$$

$$\text{قيمة نقطة التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\frac{\text{التكاليف المتغيرة}}{\text{قيمة المبيعات}} - 1}$$

$$\text{النسبة المئوية لحد الأمان} = \frac{\text{المبيعات الفعلية} - \text{قيمة نقطة التعادل}}{\text{المبيعات الفعلية}} * 100 \%$$

### رأس المال المستثمر

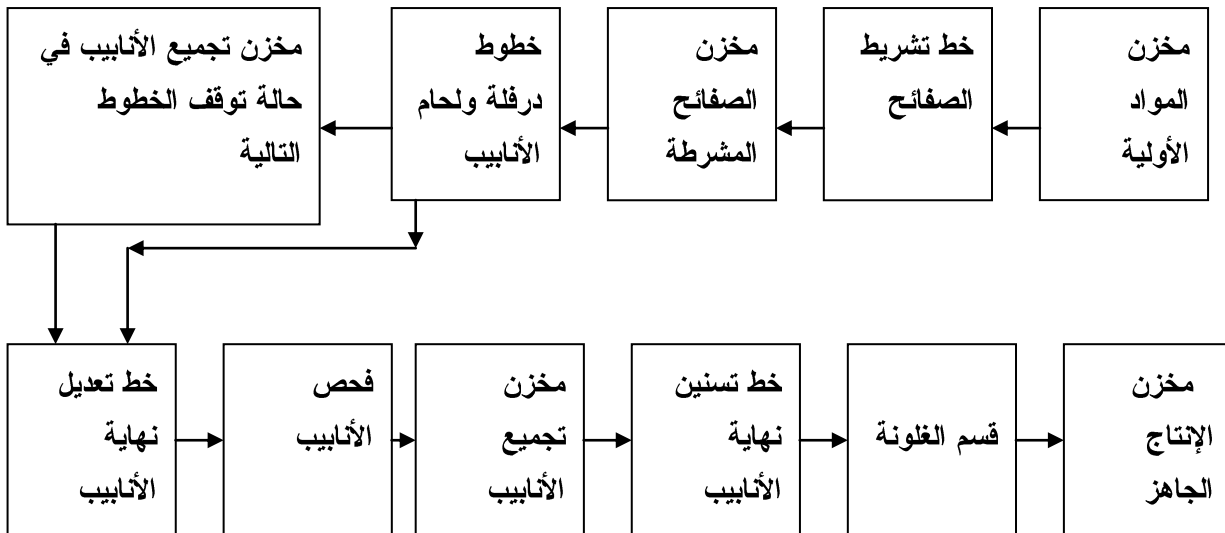
$$10- \text{مدة إطفاء (إسترداد) المشروع} = \frac{\text{رأس المال المستثمر}}{\text{الربح السنوي} + \text{الإندثارات}}$$

يكون عادة المشروع مجدي من الناحية الإقتصادية ، إذا كانت ربحية المشروع أعلى من 25 % ومدة إطفاء المشروع أقل من 4 سنوات .

### مثال-1

1- في مشروع لإنتاج الأنابيب الفولاذية ونتيجة للطلب العالي على إستخدامها بسبب إزدياد حركة البناء والتشييد ، لذا قُـرر إقامة المشروع بطاقة إنتاجية قدرها 50000 طن للنوعيات المطلوبة وبحجوم تتراوح بين 0.5 - 4 إنجات.

2- الهيكل التنظيمي لمراحل إنتاج الأنابيب الفولاذية المختلفة يكون:



3- رأس المال المستثمر - ويتمثل بما يلي :

أ- المكنائن والآلات والمعدات الإنتاجية وقدرت بحوالي 5850000 دينار وتشتمل على مكائن الشريط وربط الأشرطة وأجهزة ومكنائن خطوط إنتاج الأنابيب الصغيرة والمتوسطة والكبيرة

الحجم ومكائن قسمي إنتاج الموصلات والغلونة ومعدات النقل والحركة الداخلية ومكائن ومعدات الصيانة والمختبر وقسم الخدمات العامة.

- ب- الأدوات الإحتياطية وقدرت قيمها بمبلغ 585000 دينار سنوياً وتشتمل على الأدوات والدرافيل الإحتياطية لقسم التشريط واللحام وكذلك للمكائن والمعدات لمدة سنتين .
- ج- الأبنية والمنشآت وقدرت قيمتها بحوالي 2250000 دينار لإحتياج المشروع إلى مساحات كبيرة لإنشائه فبلغ 15000 م<sup>2</sup> تشتمل على الأقسام الإنتاجية ، المخازن ، المكائن وغرفة المرجل .

لذا فإن مجموع رأس المال المستثمر يكون :

$$5850000 + 585000 + 2250000 = 8685000$$

4- رأس المال التشغيلي- ويشتمل على :

أ- المواد الأولية وقدرت بحوالي 6600000 دينار وتتمثل بالأشرطة الفولاذية والمواد المساعدة اللازمة لإنتاج الأنابيب .

ب- الأيدي العاملة - إذ بلغت الأيدي العاملة للمشروع بوجبتي عمل 234 فرداً وبإيجور سنوية قدرها 400500 دينار بضمنها الضمان الإجتماعي ، وموزعة كالاتي :

الإختصاص	العدد	الأجر السنوي	الإختصاص	العدد	الأجر السنوي
مدير معمل	1	4800	مأمور مخزن	7	8400
مهندس	10	36000	كتاب طباعة	3	3240
م.ملاحظ فني	30	72000	عمال خدمات	9	9180
طبيب	1	1800	عمال	125	135000
مضمد	1	1200	حراس	5	4800
إدارة ذاتية	8	9600	سواق	24	34560
حسابات	7	10080	نفقات الضمان	—	65520
مشتريات وتدقيق	3	4320	المجموع	234	400500

ج- المصاريف الصناعية - قدرت بمبلغ 79500 ديناراً سنوياً موزعة كالاتي :

ماء 3500 دينار ، كهرباء 57000 دينار ، زيوت وشحوم وسوائل تبريد وكافة أنواع الوقود 19000 دينار.

لذا فمجموع رأس المال التشغيلي يكون :

$$6600000 + 400500 + 79500 = 7080000$$

5- تكاليف الإنتاج- وتتكون من :

أ- التكاليف الثابتة - تضمنت :

- إندثار المكائن والمعدات بمعدل 10% من قيمتها سنوياً ، أي إنها :

$$5850000 * 0.10 = 585000$$

- صيانة المكائن بمعدل 5% من قيمتها سنوياً ، أي إنها :  
 $5850000 * 0.05 = 292500$
  - إندثار المباني بمعدل 5% من قيمتها سنوياً ، أي إنها :  
 $2250000 * 0.05 = 112500$
  - صيانة المباني بنسبة 2% من قيمتها سنوياً ، أي إنها :  
 $2250000 * 0.02 = 45000$
  - التأمين على المكائن ضد الحريق بمعدل 0.5% من قيمتها ، أي إنها :  
 $5850000 * 0.005 = 29250$
  - الفائدة على رأس المال الثابت بمعدل 8% سنوياً ، أي إنها :  
 $( 5850000 + 2250000 + 585000 ) * 0.08 = 694800$
- لذا فمجموع التكاليف الثابتة تكون :
- $$585000 + 292500 + 112500 + 45000 + 29250 + 694800 = 1759050$$
- ب- التكاليف المتغيرة- تضمنت :

- قيمة المواد الأولية 6600000 دينار.
  - أجور الأيدي العاملة بضمنها الضمان الإجتماعي 400500 دينار.
  - المصاريف الصناعية 79500 دينار.
- لذا فمجموع التكاليف المتغيرة = 7080000 ديناراً.
- ومجموع تكاليف الإنتاج الكلية السنوية بلغت :
- $$1759050 + 7080000 = 8839050$$
- 6- المبيعات والربح السنوي :

أ- كلفة إنتاج الطن الواحد يكون :  $\frac{8839050}{50000} = 177$

ب- سعر بيع الطن الواحد قدر بحوالي 225 ديناراً.

ج- قيمة المبيعات السنوية تكون :  $50000 * 225 = 11250000$

د- ربح المشروع السنوي يكون :  $11250000 - 8839050 = 2410950$

7- القيمة المضافة الإجمالية تتضمن مجموع مردودات عناصر الإنتاج التالية :

الإجور والضمان (400500) + الإندثار ( 585000+112500=697500 ) + الفوائد والتأمين ( 724050 ) + الأرباح ( 2410950 ) = 4233000 ديناراً.

أما صافي القيمة المضافة تكون :  $4233000 - 697500 = 3535500$

8- ربحية المشروع تكون :  $\frac{2410950}{7685000} * 100\% = 31.4\%$

9- قيمة نقطة التعادل تكون :  $\frac{1759050}{1 - \frac{7080000}{11250000}} = 4745638$

$$\frac{1759050}{225 - \frac{7080000}{50000}} = 21092 \quad \text{حجم نقطة التعادل يكون :}$$

$$\frac{11250000 - 4745638}{11250000} * 100\% = 58\% \quad \text{النسبة المئوية لحد الأمان :}$$

$$\frac{8685000}{2410950 + 697500} = 2.79 \cong 3 \quad \text{10- مدة إطفاء المشروع (سنة) :}$$

لكون ربحية المشروع أعلى من 25% ومدة الإطفاء أقل من 4 سنوات لذا فالمشروع مجدي من الناحية الإقتصادية .

## 2-2- تكاليف الإنتاج :

تعتبر مسألة خفض كلفة الإنتاج مع المحافظة على النوعية المطلوبة لأجل تحقيق العوائد المستهدفة المشكلة الأساسية لأي منشأة صناعية . وإن أسباب ارتفاع كلفة المنتجات متعددة ومتداخلة فيما بينها ، ومن أهمها :

1- الإرتفاع الدائم لأسعار مختلف المواد الأولية والتكميلية اللازمة للإنتاج إضافة إلى إرتفاع كلف الشحن والنقل .

2- عدم ربط الإيجور والرواتب المدفوعة مع القيمة الحقيقية للجهود المبذولة في العمل .

3- عدم الإهتمام بالسيطرة النوعية المفروضة على الإنتاج .

4- ضعف مستوى الإشراف والسيطرة الفعلية على عمليات الإنتاج .

5- قلة الأيدي العاملة الماهرة الضرورية لإدارة المكائن والألات الإنتاجية .

6- ضعف التخطيط والتنظيم الصائب على المستويات الإدارية والإنتاجية .

تقسم التكاليف إلى ثلاثة عناصر رئيسية :

1- المواد : تتضمن كافة المواد الأولية الأساسية والتكميلية التي يستلزمها المصنع في عمليات الإنتاج ليتم تحويلها إلى سلع جاهزة ، إضافة إلى الزيوت والوقود والأدوات الإحتياطية ومواد التعبئة والتغليف التي تستعمل للأغراض التسويقية .

2- الإيجور : تمثل قيمة قوة العمل المبذولة في عمليات الإنتاج التي يدفع مقابلها للعاملين أجراً نقدياً لقاء ما يقدمونه من خدمة بضمنها المزايا العينية كالتأمين الصحي والضمان الإجتماعي والسكن والنقل وغيرها .

3- المصروفات : تتضمن كافة النفقات التي تتحملها المنشأة الصناعية لأجل الحصول على الخدمات التي تحتاجها عمليات الإنتاج مثل مصاريف الصيانة والإدانة والإعلان والإستشارات الفنية إضافة إلى إنداثارات الموجودات الثابتة .

ويتم تصنيف عناصر الإنتاج حسب علاقتها مع :

1- وحدة الإنتاج : إذ تصنف إلى :

- تكاليف مباشرة : تتعلق بكافة العناصر الخاصة بالمنتج الواحد .

- تكاليف غير مباشرة : تتعلق بأكثر من منتج .

2- حجم الإنتاج : إذ تصنف إلى :

- تكاليف ثابتة : هي نفقات إيجاد الطاقة الإنتاجية إستعداداً للإنتاج وتحسب على أساس زمني

ولاتتغير مع حجم الإنتاج وتشمل الرواتب الشهرية وأقساط التأمين والإندثار وفوائد القروض السنوية والمصروفات الإدارية .

- تكاليف متغيرة : هي جميع مصاريف استخدام الطاقة الإنتاجية لعمليات الإنتاج والتسويق فهي

تتغير مع تغير حجم الإنتاج وتشتمل على قيمة المواد الأولية والمساعدة والتكميلية وإجور العمال الإنتاجيين والنفقات الصناعية والمصاريف التسويقية .

2-2-1- تحليل التعادل :

تهدف إدارة أي منشأة صناعية إلى تحقيق الإستغلال الأمثل للموارد المتاحة ، ولهذا فهي تسعى

دائماً إلى إتخاذ القرارات الصائبة في مجال الإنتاج والبيع والشراء ، وبالطريقة التي تحقق الهدف .

وتعد دراسة التكاليف أمراً في غاية الأهمية بالنسبة لإتخاذ بعض القرارات الإدارية المتعلقة بتخطيط

الأرباح أو ما يسمى بتحليل التعادل . تتحدد نقطة التعادل ( فيما بين الأرباح والخسائر ) من نقطة

تقاطع خط ( منحنى ) الكلفة الإجمالية مع خط (منحنى) الإيراد الكلي .

تكاليف أو  
قيمة  
المبيعات

مثال-2 : في أحد المصانع أستغلت طاقة المكين والمعدات الإنتاجية بحدود 70% وبلغت قيمة صافي

المبيعات الشهرية المنتجة 7000 دينار وقد صرفت المبالغ التالية(بالدينار) في العمليات التشغيلية :

مواد أولية 2500 ، إجور مباشرة 750 ، أقساط التأمين 320 ، فوائد القروض 250 ، الرواتب

500 ، مصروفات إدارية 230 ، إندثار 200 ، نفقات صناعية 150 ، مصاريف التسويق 100 .

لإيجاد قيمة نقطة التعادل :

التكاليف الثابتة = الرواتب + التأمين + إندثار + مصروفات + الفوائد

$$= 500 + 320 + 200 + 230 + 250 = 1500 \text{ دينار .}$$

التكاليف المتغيرة = المواد الأولية + الإيجور المباشرة + نفقات صناعية + مصاريف التسويق

$$= 2500 + 750 + 150 + 100 = 3500 \text{ دينار .}$$

التكاليف الثابتة

$$\text{قيمة نقطة التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{التكاليف المتغيرة} - 1}$$

المبيعات

$$P.O.E. = \frac{1500}{1 - \frac{3500}{7000}} = 3000$$

ولرسم منحنى التعادل بشكل دقيق لذا يجب تحديد الكلفة المتغيرة والمبيعات حسب الحالات المختلفة

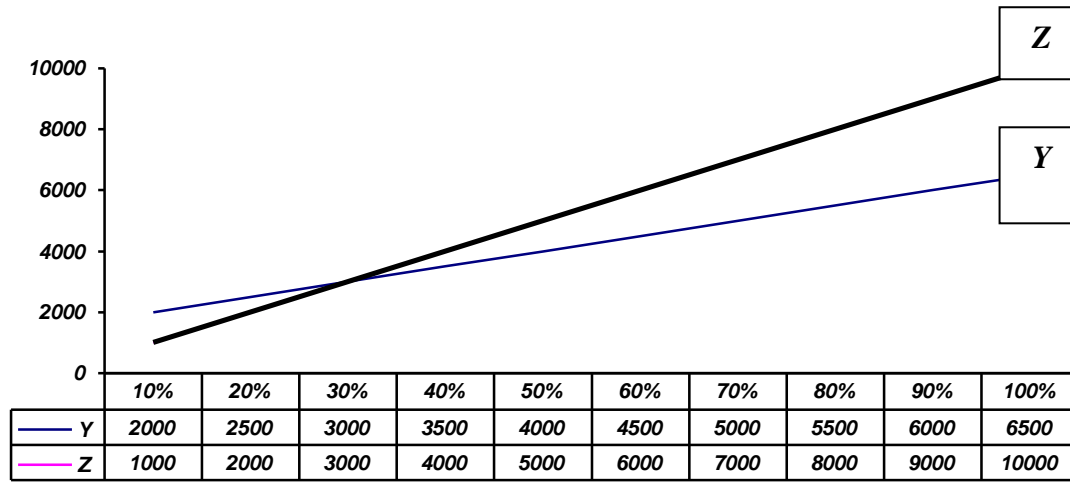
لإستغلال الطاقة الإنتاجية . بإفتراض إن المصنع قد أستغلت طاقته المتاحة بنسبة 80% فإن الكلفة

المتغيرة ستعادل  $4000 = 80 * \frac{3500}{70}$  ، أما المبيعات فستكون  $8000 = 80 * \frac{7000}{70}$  والجدول أدناه يبين

الحالات الأخرى :

قيمة المبيعات	الكلفة المتغيرة	النسبة المئوية لإستغلال الطاقة %
1000	500	10
2000	1000	20
3000	1500	30
4000	2000	40
5000	2500	50
6000	3000	60
7000	3500	70
8000	4000	80
9000	4500	90
10000	5000	100

ومن الشكل أدناه نلاحظ إن نقطة التعادل تكون نسبة 30% من الطاقة الإنتاجية وبكلفة 3000 دينار .



إذ إن  $Y$  تمثل التكاليف الكلية وإن  $Z$  تمثل المبيعات .  
ولتحديد أفضل السياسات الإنتاجية الناجحة ومعرفة مدى قدرة المصنع لمواجهة كافة الظروف  
الإنتاجية يتعين احتساب نسبة حد الأمان :

$$\text{نسبة حد الأمان} = \frac{\text{المبيعات الفعلية} - \text{قيمة نقطة التعادل}}{\text{المبيعات الفعلية}}$$

$$L.O.S. = \frac{7000 - 3000}{7000} * 100\% = 57\%$$

وكذلك يمكن إيجاد الربح المتوقع بموجب الحالات المختلفة لمستويات إستغلال الطاقة الإنتاجية ، فإذا  
أستغل المصنع 90% من طاقته المتاحة فسيكون الربح :

$$Profit = 9000 - (1500 + 4500) = 3000$$

بالرغم من كون تحليلات نقطة التعادل إحدى الأدوات التخطيطية التي تساعد لحد كبير على إتخاذ  
القرارات الصائبة وبشكل سريع بشأن التوسع بالإنتاج أو تقليصه أو تبديل نمط الإنتاج ، إلا إنه يعاب  
لأسباب التالية :

- 1- تفترض الربح دالة للإنتاج وهذا فعلاً لا يصح عند إستخدام مكائن والآت أوتوماتيكية متطورة لإنها  
تقلل كلفة المنتج .
- 2- يفترض ثبات أسعار البيع .
- 3- إن نقطة التعادل تواجه التعديل والتصحيح عند كل تغير أو حدث يؤثر في قيمة المواد الأولية  
ومستوى الأجور .

## 2-2-2- العلاقة بين الكلفة والربح وحجم الإنتاج :

مما لا شك فيه إن عملية تخطيط الأرباح على مستوى المنشأة الصناعية تعتمد بشكل كبير على  
العلاقة القائمة فيما بين عناصر التكاليف وبنود الأرباح ومستوى الإنتاج للتوصل إلى القرارات الصائبة  
بخصوص الإستخدام الأمثل للموارد المادية والبشرية المتاحة ، إذ إن هذه العلاقة تساعد على إمكانية  
إظهار مدى التغيرات التي تحصل على عناصر التكاليف والأرباح وفق المستويات المختلفة للإنتاج مما  
يساعد الإدارة على تسهيل مهمتها في عملية إتخاذ القرارات السليمة بشأن حدود إستغلال طاقة المكائن



والمعدات وزيادة الإستثمارات في إستحداث خطوط جديدة للتصنيع أو الإستغناء عن الخطوط الأخرى بهدف تخفيض الكلفة إلى أدنى ما يمكن مع المحافظة على مستوى النوعية .

لذا لابد من التمييز بين عناصر التكاليف الثابتة والمتغيرة وعناصر التكاليف المباشرة وغير المباشرة. فعنصر الرواتب تعتبر تكاليف ثابتة باعتبارها لا تتأثر بحجم الإنتاج في حين إن ما يستلمه مندوب البيع في المنشأة يعد أجراً يتكون من جزء ثابت ويتمثل بالراتب الشهري وجزء آخر متغير يتمثل بالإجور التشجيعية التي تعتمد بصورة مباشرة على كمية المبيعات ، وكذلك فالإندثارات تعتبر ثابتة في حالة الإستخدام الإعتيادي للمكانن والألات ولكن الإستعمال الأكثر من الإعتيادي يعتبر الإندثارات كلفة متغيرة، وكذلك كلفة الإعلان والإستشارات ( بضمنها البحوث ) التي أعتبرت كلفة ثابتة والتي تزداد بحد ذاتها مع زيادة حجم الإنتاج . وكذلك رواتب ملاحظي العمل والمشرفين الفنيين حيث تظل ثابتة على الرغم من زيادة الإنتاج ولكن لحد معين إذ عند تجاوز هذا الحد تتغير نتيجة لدفع إجور الأعمال الإضافية أو بسبب إضافة أو تشغيل ملاحظ عمل أو مشرف جديد .

إن نظرية الكلفة الحدية ( التغيير الذي يحصل في التكاليف نتيجة زيادة وحدة واحدة من الإنتاج ) وتعمل هذه النظرية بالأساس على تحميل كلفة الإنتاج بنود وعناصر التكاليف المتغيرة فقط أما التكاليف الثابتة فتعتبر جزء من الأرباح والخسائر ولا تحمل على الإنتاج مباشرة .

مثال-3 جمعت البيانات التالية عن الكلفة المتغيرة لمعمل يصنع منتج معين تباع الوحدة الواحدة منها بمبلغ \$ 20 ، المطلوب تحديد أمثل مستوى للإنتاج وللربح :

كمية الإنتاج $Q$	1	2	3	4	5	6	7	8
الكلفة المتغيرة V.C.	18	30	40	55	70	90	120	150

الحل-

الربح $V$	الكلفة الحدية $M.C.$	الإيراد الحدي $M.R.$	الكلفة الكلية $T.C.$	الإيراد الكلي $T.R.$	سعر الوحدة $P$	كمية الإنتاج $Q$
2	---	---	18	20	20	1
10	12	20	30	40	20	2
20	10	20	40	60	20	3
25	15	20	55	80	20	4
30	15	20	70	100	20	5
30	20	20	90	120	20	6
20	30	20	120	140	20	7
10	30	20	150	160	20	8

نلاحظ من الجدول أعلاه عند  $Q = 6$  يتساوى الإيراد الحدي والكلفة الحدية . لذا فمستوى الإنتاج الأمثل هو 6 وحدات وأمثل ربح هو \$ 30 .

## 2-3- الإنتاجية :

هي المؤشر الذي يمكن بواسطته معرفة مدى إستغلال عناصر الإنتاج الأساسية المستخدمة في العمليات التصنيعية وتتمثل بالعلاقة التالية :

$$\frac{\text{المخرجات}}{\text{المدخلات}} = \text{الإنتاجية}$$

إذ يلاحظ إن زيادة الإنتاج لاتعني بالضرورة زيادة الإنتاجية قد يتحقق العكس . للإنتاجية جانبان : كمي ( يمثل كمية الوحدات المنتجة ) ونوعي ( يتعلق بجودة الإنتاج ) فلزيادة الإنتاجية يعني عدم التضحية بالنوعية في سبيل زيادة الكمية .

تهدف زيادة الإنتاجية على مستوى المنشأة الصناعية إلى :

- تطوير أساليب إدارة الإنتاج لضمان الإستغلال الأمثل للطاقة الإنتاجية المتاحة .
- تحسين ظروف العمل والعلاقات الإنسانية للإستفادة الفاعلة من جهد العاملين .
- تخطيط وتنظيم مواقع العمل بشكل علمي دقيق وتحسين المكان والألات لضمان إنسياب العمليات الإنتاجية .

وعلى مستوى العمال تهدف زيادة الإنتاجية إلى تحقيق :

- رفع مهارة العمال من خلال تدريبهم .
- زيادة الطاقة الإنتاجية للعامل من خلال دراسة الحركة والوقت .
- زيادة الرعاية الإجتماعية للعمال وتحسين ظروف عملهم .
- رفع الروح المعنوية للعمال بزيادة أجورهم وتطبيق نظم الحوافز والمكافآت .
- توفير فرص عمل جديدة للمواطنين نتيجة لزيادة الإنتاج .

## 2-3-1- أنواع الإنتاجية :

الناتج

$$1- \text{الإنتاجية الكلية} = \frac{\text{الناتج}}{\text{المواد} + \text{العمل} + \text{المكان}}$$

نظراً لإختلاف وحدات القياس لكل من البسط ( المخرجات ) والمقام ( المواد الأولية والعمل والمكان ) ، لذا يتعين إيجاد وحدة قياس عامة يمكن قياس مختلف أنواع المخرجات والمدخلات بها وهي القيمة النقدية ، وذلك بضرب كمية المخرجات والمدخلات في سعر الوحدة ويطلق على الإنتاجية الكلية أسم ( الكفاءة الإقتصادية ) .

الناتج

$$2- \text{الإنتاجية الجزئية} = \frac{\text{الناتج}}{\text{عامل من عوامل الإنتاج}}$$

إن حساب الإنتاجية الجزئية لكل عامل من عوامل الإنتاج يساعد على معرفة التغيير الذي يحصل في كل عنصر منها وإدخال التطور عليها مثل تبديل المواد الأولية بأخرى أسهل من سابقتها في

التشغيل أو إجراء تحسينات على طرائق أداء العمل وتبسيطه أو استخدام مكائن بمستوى تكنولوجي أفضل أو تحسين طرق استخدام المكائن الموجودة أو دفع مكافآت تشجيعية للعمال . وإن إيجاد التغييرات من زيادة أو نقصان يساعد على إتخاذ القرارات السريعة التي من شأنها أن تؤدي إلى رفع الإنتاجية . مثلاً إذا أنتجت ماكينة معينة 1000 وحدة في يوم العمل وعند تقليل العطل والتوقفات لنفس الماكينة إرتفع إنتاجها إلى 1150 وحدة فهذا يعني إن إنتاجية الماكينة إزدادت بنسبة:

$$\frac{1150 - 1000}{1000} * 100\% = 15\%$$

2-3-2- قياس الإنتاجية :

1- طريقة معامل التحويل: يستدعي تحويل جميع الأنواع المختلفة من الناتج إلى وحدات من نوع واحد وعلى أساس كمية العمل اللازمة لتصنيع كل منتج بالإستعانة بمعامل التكافؤ .  
الإنتاج الكلي

$$\frac{\text{إنتاجية العمل}}{\text{وقت العمل الإجمالي}} =$$

بافتراض إن :  $P$  تمثل إنتاجية العمل .

$Q_i$  تمثل كمية الإنتاج المتحقق من النوع  $i$  .

$C_i$  يمثل معامل تكافؤ المنتج  $i$  بالنسبة للمنتج الأساس .

$T_i$  الوقت المبذول لتصنيع المنتج  $i$  .

$N$  عدد أنواع المنتجات .

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^N T_i} \quad \text{فتكون إنتاجية العمل :}$$

مثال-4 : شركة معينة تصنع أربعة أنواع من المنتجات بالوقت والكميات المحددة أدناه :

عدد العمال في الشركة = 40 عامل.

عدد أيام العمل الفعلية في السنة = 250 يوم.

عدد وجبات العمل في اليوم = وجبة واحدة.

عدد ساعات وجبة العمل = 8 ساعات .

المنتج (  $A$  ) هو إنتاج الشركة الأساس.

	أنواع المنتجات			
	$A$	$B$	$C$	$D$
كمية الإنتاج السنوية ( طن )	750	400	300	1000
الوقت اللازم لإنتاج الطن الواحد (ساعة)	4	3	6	2

المطلوب : حساب إنتاجية العمل.

الحل : لكون المنتج (  $A$  ) هو إنتاج الشركة الأساس لذا فإن :  $C_1 = 1$  .

الساعات التي يستغرقها الطن الواحد من المنتج B

معامل التكافؤ لتحويل B إلى A ( $C_2$ ) =

الساعات التي يستغرقها الطن الواحد من المنتج A

$$C_2 = \frac{3}{4} = 0.75, \quad C_3 = \frac{6}{4} = 1.5 \quad \text{and} \quad C_4 = \frac{2}{4} = 0.5 \quad \text{لذا فإن :}$$

$$\sum_{i=1}^4 Q_i \cdot C_i = 750 * 1 + 400 * 0.75 + 300 * 1.5 + 1000 * 0.5 = 2000 \quad \text{tons}$$

$$\sum_{i=1}^4 T_i = 40 * 250 * 1 * 8 = 80000 \quad \text{worker s.hours}$$

$$P = \frac{2000}{80000} = 0.025 \quad \text{tons / worker .hour}$$

2- الطريقة النقدية :

$$P_L = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^N W_i}$$

بافتراض إن :  $P_i$  تمثل سعر الوحدة من النوع  $i$  .

$W_i$  يمثل العمل اللازم لإنتاج وحدة واحدة من النوع  $i$  .

مثال-5- لنفرض إنه لدينا البيانات التالية من منشأة ما ، المطلوب حساب إنتاجية العامل :

المنتج X			
الصف	سعر الوحدة	الإنتاجية	
		1991	1992
A	200	50000	25000
B	250	40000	100000
C	1000	25000	25000

المنتج Y			
الصف	سعر الوحدة	الإنتاجية	
		1991	1992
A	300	50000	60000
B	500	30000	50000

عدد العمال للمصنع 500 عامل ، عدد ساعات العمل الفعلية في اليوم الواحد 7 ساعات

عدد أيام العمل الفعلية في السنة 300 يوم .

الحل -

$$P_L = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^N W_i}$$

$$P_{1991} = \frac{50000 * 200 + 40000 * 250 + 25000 * 1000 + 50000 * 300 + 30000 * 500}{500 * 300 * 7} = 71.43$$

$$P_{1992} = \frac{25000 * 200 + 100000 * 250 + 25000 * 1000 + 60000 * 300 + 50000 * 500}{500 * 300 * 7} = 93.33$$

يتضح مما تقدم إن إنتاجية العامل قد إرتفعت من 71.43 سنة 1991 إلى 93.33 سنة 1992 .

### 2-3-3- أساليب زيادة الإنتاجية :

1- تحسين ظروف العمل ( من حيث الحرارة ، الرطوبة ، الإضاءة ، التهوية وغيرها ) إذ يساعد على رفع مستوى أداء العاملين.

2- تبسيط وتقليص محتوى العمل: بإستبعاد الحركات غير الضرورية وتطبيق طرق أكثر سهولة و فاعلية لتقليل الجهد وكذلك خفض الوقت الضائع بتحديد الوقت القياسي اللازم لإنجاز العمل.

3- تقييم العمل: بهدف تثمين الأعمال المختلفة لغرض تحديد القيمة النسبية لكل عمل مقارنة بالأعمال الأخرى المتوفرة.

4- التدريب: تدريب العمال على الأساليب العلمية الصحيحة .

5- التخصص: تخصص العامل يتم من خلال توليه أداء عملية جزئية وعدم إستبداله بسرعة مما يمكنه من الإلمام بجميع نواحي العمل.

6- صيانة المكينات: وضع برنامج دقيق ومتكامل للصيانة يهدف إلى تصليح العطب وتجنب الحوادث والعطلات قبل حدوثها.

7- الحوافز: وضع نظام سليم للحوافز يساعد على مضاعفة جهود العاملين لزيادة الإنتاجية.

8- تحسين العلاقات الإنسانية: إقامة علاقات طيبة ووطيدة بين الإدارة والعاملين ومتابعة مشاكلهم وحلها مما يساهم في رفع معنوياتهم.

9- تخطيط المصنع وتداول المواد: للحصول على إنسياب كفوء للعمل داخل المصنع يتناسب مع متطلبات العمليات الإنتاجية وتأمين سلامة العاملين والمحافظة على وسائل الإنتاج الأخرى تتم من خلال ترتيب المكينات والمعدات داخل الأقسام الإنتاجية وترتيب الشعب والأقسام الإنتاجية داخل المصنع وتحديد مواقع الآلات ومراكز الخدمات ومحطات الشحن والإستلام وغيرها ، وإن تأخر تداول المواد يؤدي إلى ظهور نقاط إختناق في بعض المراحل الإنتاجية أو التوقف التام في بعض أقسام المصنع .

10- السيطرة على كلفة الإنتاج : تتمثل بالدراسة المنظمة والدقيقة لمراكز الكلفة العالية والتخلص من التكاليف غير الضرورية .

11- تخطيط ومتابعة الإنتاج : توضع خطط الإنتاج بتحديد الأهداف الواجب تنفيذها وتهيئة المستلزمات المادية والبشرية الضرورية لتحقيقها مع وضع البرامج الزمنية التفصيلية لإنجاز العمليات الإنتاجية . أما عملية المتابعة فتتمثل بمطابقة الخطط الموضوعة سلفاً مع ما تم تحقيقه فعلاً وإتخاذ الخطوات التصحيحية لمعالجة الإنحرافات .

12- الرقابة على جودة المنتج : يتضمن التفتيش على المنتج في جميع مراحل الإنتاجية وتسجيل الملاحظات بهدف تحليلها وتحديد إختلافاتها عن المواصفات المحددة ومن ثم العمل على إيجاد الوسائل الكفيلة بمعالجتها وإستبعاد المعاب منها .

## 2-4- دراسة العمل :

إن إعتداد الأسس العلمية لأحكام السيطرة والدقة على تنظيم عملية دفع الإيجور والحوافز يعتمد بشكل رئيس على دقة تحديد الوقت القياسي المطلوب لإنجاز كل عملية إنتاجية ، الأمر الذي يؤكد إن التحديد الدقيق لمحتوى العمل وإحتساب الأزمنة القياسية للعمليات الإنتاجية في ضوء ذلك يعد ركناً هاماً في وضع الأنظمة الفاعلة لعملية ربط الأجر بالحوافز إضافة إلى إن التحديد الدقيق للأزمنة القياسية للعمليات الإنتاجية ، شرط رئيس لنجاح عملية الرقابة على سير إنجاز الأعمال وتكاليف العمل لأنهما أساس تقييم فعاليات فرض السيطرة على الإنتاج وممارسة الرقابة على التكاليف . كما أكدت الوقائع والأحداث على إن التحديد الدقيق للوقت المطلوب لإداء العمل في ضوء الظروف المتلائمة والمتناسبة معه يؤمن الرضا ويحقق إستقرار العاملين ، وبهذا تقل نسبة دوران العمل وإرتفاع المستوى المستهدف للعلاقات الإنسانية والصناعية في جو ومحيط العمل ، الأمر الذي ينعكس يقيناً على إيجاد التعاون المثمر والتفاعل الجاد بين العاملين بمختلف مستوياتهم الوظيفية .

وعليه فإن دراسة العمل تنطوي على موضوعين رئيسيين هما :

الأول - تحليل أسلوب العمل القائم والتفكير في إستبعاد الحركات غير الإقتصادية لأجل تبسيط وتسهيل إداء العمل ثم إقتراح الأسلوب الأكثر فاعلية للإداء .

الثاني - قياس الوقت الضروري لإنجاز هذا الأسلوب الذي تم إقتراحه .

وتكامل الموضوعين يعتبر شرطاً لضمان تحقيق الإستخدام الأمثل للموارد البشرية والمادية المتاحة ، دون اللجوء إلى إضافة إستثمارات جديدة إلا بالقدر الضروري لضمان نجاح العمل .

لذا فإن فوائد الإهتمام بدراسة العمل تتلخص بما يلي :

- 1- تطوير وتحديث التصاميم والمسالك التكنولوجية وتنظيم مواقع ومراكز ومحطات العمل .
- 2- الإنتفاع الكامل من الموارد والمكانن والقوة العاملة .
- 3- تحسين ظروف العمل داخل الأقسام الإنتاجية .
- 4- وضع الأنظمة الفاعلة للحوافز والمكافآت التشجيعية .
- 5- تسهيل وتبسيط أساليب تنفيذ العمليات الإنتاجية وتقليل جهود العمال المبذولة في الإداء .
- 6- تطوير أساليب التخطيط والتنظيم في الأعمال .
- 7- المساعدة على فرض السيطرة على عمليات الإنتاج .
- 8- السيطرة على عناصر التكاليف .

## 2-4-1 الخطوات الرئيسية لدراسة العمل :

1- الإختيار: إختيار العمل المطلوب دراسته لأجل تطويره أو إستحداثه لجملة من الإعتبارات

الإقتصادية والفنية والعوامل الإنسانية ، أهمها :

- كثرة نقاط الإختناق التي تعيق سير الإنتاج .
- طول المسافة التي تأخذها حركة المواد .

- تكرار توقفات المكائن والمعدات الإنتاجية .
- إرتفاع نسب الإصابات والحوادث في مواقع العمل .
- على أن تكون تكاليف الدراسة أقل من العائد المنتظر منها ، علاوة على توفر المعلومات التقنية الدقيقة عن المكائن الإنتاجية والخواص التشغيلية للمواد ودرجة تأثير العمال في العمل بصورته الحالية ومدى ما سيحققوه من جراء تطبيق الطريقة الجديدة .
- 2- التسجيل : تسجيل كافة الحقائق المتعلقة بالعمل المطلوب دراسته وتدوينها في جداول أهمها :
  - جدول تسلسل العمليات .
  - جدول التسلسل التشغيلي لتتبع حركة الأفراد والمواد.
  - جدول التسلسل التشغيلي للعامل والماكينة للأعمال الآلية .
  - جدول التسلسل التشغيلي للأعمال اليدوية .
  - جدول تحديد المسارات .
- 3- الفحص : تحليل الحقائق وإختبارها من أجل إستبعاد الحركات غير الضرورية والمتكررة مع مراعاة العناصر التالية:
  - الغرض من العمل .
  - المكان الذي يجري فيه العمل .
  - ترتيب الفعاليات وفق تسلسلها المنطقي .
  - الشخص الذي يؤدي العمل .
  - الوسيلة التي يتم بها العمل.
- 4- التطوير : عملية البحث عن الطريقة الجديدة للعمل وتصميم هذه الطريقة المقترحة على هيئة مخطط يبين سير العمليات في الإسلوب الجديد مع تبيان بعض المؤشرات الإقتصادية وأهمها:
  - الفرق الحاصل في عدد الفعاليات نتيجة الدمج وإستبعاد غير الضروري منها .
  - التوفير الناشيء عن الوقت والمسافة والأيدي العاملة نتيجة لتقليص المسافات وعدد العمال والتوقفات في إداء العمل .
- 5- التحديد : توضيح المراحل المتسلسلة لتنفيذ الإسلوب المقترح .
- 6- القياس : حساب الوقت لمحتوى مراحل العمل في الإسلوب الجديد .
- 7- التطبيق : قبل المباشرة بتطبيق الطريقة الجديدة يجب تهيئة جملة أمور لضمان نجاحها ، أهمها :
  - وضع خطة لتنفيذ الطريقة المقترحة : إناطة مسؤولية الإشراف والتنفيذ لأحد العمال المعروفين وتحديد المواعيد الزمنية للتنفيذ .
  - تهيئة المستلزمات : التأكد من تواجد كافة الأدوات والمعدات الضرورية في الوقت المناسب والمكان الملائم وإختيار العمال المدربين للقيام بالتطبيق الفعلي للطريقة المقترحة .

- تجربة الطريقة المقترحة قبل تطبيقها بشكل نهائي للوقوف على النقاط السلبية التي قد تظهر مقدماً ويفضل تطبيقها على عينة تمثل جميع الأقسام الإنتاجية في المصنع .

8- المتابعة : متابعة التنفيذ لأجل نجاح الأسلوب وإدخال التعديلات اللازمة عليه إن استدعت الحاجة لذلك من خلال :

- التأكد من إن الضوابط التي تم بموجبها تطبيق الأسلوب الجديد ما زالت قائمة .
- إكتشاف الإحراجات والتحري عن مسبباتها والعمل على مواجهتها .
- الوقوف على مدى إستمرار العمال على إتباع التعليمات الخاصة بالطريقة الجديدة .
- إدخال التعديلات على الطريقة الجديدة وبشكل مستمر وبما يتلائم مع ما يستجد من ظروف وإمكانات تكنولوجية .

#### 2-4-2- قياس محتوى العمل وتحديد الوقت القياسي :

- تحديد الوقت اللازم لإنجاز العمل من قبل عامل بدرجة مهارة إعتيادية ، بإستخدام الخطوات التالية :
- إختيار العمل الواجب دراسته .
  - تسجيل كافة المعلومات المتعلقة بالعمل والظروف التي يتم في ضوءها .
  - فحص وتحليل وإختبار البيانات المسجلة لإستبعاد العناصر غير المنتجة بقدر الإمكان .
  - قياس كافة العناصر اللازمة لإنجاز كل مرحلة ولعدد من الوحدات الكافية لأجل الحصول على عدد المرات التي تمثل الصورة الواقعية في العمل .
  - تحديد أو توصيف سلسلة المراحل وتفاصيل الطريقة المقترحة في الإداء والأجهزة والمعدات المستخدمة .

مثال-5 المسلك التكنولوجي لخرطة مشغولة ذات قطر 1 ملم وطول 200 ملم يتكون من المراحل التالية :

- تثبيت المشغولة في عينة المخرطة .

- تقريب أداة القطع في المشغولة .

- تشغيل الماكينة .

- إبعاد أداة القطع عن المشغولة وإيقاف الماكينة لرفع المشغولة .

- قياس أبعاد المشغولة الجاهزة .

المطلوب تحديد الوقت القياسي لإنجاز هذا العمل وبمستوى ثقة بنسبة 90% .

الحل: تم مشاهدة العامل المنفذ لهذا العمل وأحتسب الوقت الذي أستغرقه لإنجاز كل مرحلة وكررت هذه العملية 10 مرات وسجلت النتائج التالية :



المراحل العمل	زمن المشاهدات ( ثانية )										المتوسط	المدى R
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	50	60	55	55	55	55	50	50	60	60	55	10
B	36	34	25	25	30	25	25	30	30	30	29	11
C	125	115	115	115	115	120	120	125	125	125	120	10
D	40	35	36	36	36	35	35	35	36	36	36	5
E	30	30	30	25	25	35	35	28	32	30	30	10

وعليه فإن متوسط الوقت المشاهد لخراطة المشغولة هو :

$$55 + 29 + 120 + 36 + 30 = 270 \text{ seconds} = 4.5 \text{ minutes}$$

$$m = \left( \frac{\alpha \sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n X_i \right)^2}}{\sum_{i=1}^n X_i} \right)^2$$

حيث إن :  $m$  = عدد دورات العمل الواجبة الاعتماد للتوصل للدقة المطلوبة لحساب الوقت القياسي.

$\alpha$  = مستوى الثقة المطلوب لقبول النتائج ، فعند نسبة ثقة 90% فإن  $\alpha = 20$  ، وعند

نسبة ثقة 95% فإن  $\alpha = 40$  .

$n$  = عدد المشاهدات .

$X_i$  = الوقت المسجل لمرحلة العمل التي تتميز بأكبر مدى . وفي حالة تساوي المدى

لمرحلتين أو أكثر يؤخذ المدى للمرحلة التي تحتوي على أكبر الأزمنة .

وبما إن المرحلة B تتميز بأكبر مدى  $R = 11$  ، لذا فإن :  $\sum_{i=1}^{10} X_i = 290$  and  $\sum_{i=1}^{10} X_i^2 = 8552$

$$m = \left( \frac{20 * \sqrt{10 * 8552 - (290)^2}}{290} \right)^2 = 6.75 \cong 7 < n = 10$$

لذا فإن حجم العينة المحدد بعشرة قراءات كافي للتعبير عن الواقع ويضمن الدقة المطلوبة لتحديد الوقت القياسي .

تحويل الوقت المشاهد إلى وقت طبيعي ( الوقت الذي يستطيع العامل الإعتيادي بموجبه أن ينجز العمل بمعدل إداء يساوي 100% ضمن ظروف عمل طبيعية ودون إجهاد كبير ) ويحسب من العلاقة :

الوقت الطبيعي = الوقت المشاهد \* النسبة التقديرية للكفاءة

هناك ثلاثة نسب تقديرية للكفاءة معتمدة في الواقع الصناعي وهي :

الحالة الأولى : إذا كان العامل المنفذ بمستوى مهارة إعتيادية ، فالنسبة التقديرية للكفاءة = 100%

أو واحد . وعليه الوقت الطبيعي = الوقت المشاهد = 4.5 دقيقة .

الحالة الثانية : إذا كان العامل المنفذ بمستوى مهارة دون الإعتيادية ، فإنه لا يستطيع إنجاز العمل في

الوقت المشاهد للعامل الإعتيادي ويتوجب زيادة هذا الوقت بنسبة 20% كحد أعلى

وطبقاً لظروف وطبيعة العمل ودرجة صعوبته من عدمها وعليه فإن الوقت الطبيعي

$$4.5 * \frac{120}{100} = 5.4 \text{ min.} \quad \text{سيكون:}$$

الحالة الثالثة : إذا كان العامل المنفذ بمستوى مهارة فوق الإعتيادية فإنه يقيناً سيتمكن من إنجاز

العمل بأقل من الوقت المشاهد للعامل الإعتيادي لذا تخفض نسبة الكفاءة التقديرية إلى

80% كحد أدنى وعليه فإن الوقت الطبيعي سيكون :

$$4.5 * \frac{80}{100} = 3.6 \text{ min.}$$

إضافة السماحات : لأجل التوصل للوقت القياسي بشكل دقيق يتعين الأخذ بنظر الإعتبار بعض السماحات

التي يحتاجها العامل للتعويض عن إحتياجاته الطبيعية إثناء الإداء والإجهاد الذي يصيبه

والتأخيرات التي قد تحصل إثناء تنفيذ المراحل الإنتاجية ، لذا تحسب السماحات بصورة

عامة كنسبة مئوية من الوقت المشاهد على أن لا تتجاوز 15% وعليه يكون الوقت

القياسي لكل حالة كما يلي :

$$4.5 + 4.5 * \frac{15}{100} = 5.175 \text{ min.} \quad \text{الحالة الأولى :}$$

$$5.4 + 4.5 * \frac{15}{100} = 6.075 \text{ min.} \quad \text{الحالة الثانية :}$$

$$3.6 + 4.5 * \frac{15}{100} = 4.275 \text{ min.} \quad \text{الحالة الثالثة :}$$

## تمارين الفصل الثاني

1- تطلبت الحاجة إلى إقامة مشروع صناعي مختص بإنتاج المرامد ضمن مشاريع الصناعات التكميلية ذات الإستعمالات الخاصة بطاقة إنتاجية 500 طن سنوياً والتي تعادل طبقاً للمواصفات 1250000 مرمدة. إذا توفرت المعلومات التالية :

- بلغت قيمة المكنان والمعدات والقوالب 100000 دينار متمثلة بخزانات المواد الأولية والأحزمة الناقلة ومعدات الماء الصافي وأجهزة السحق وخباطة التحضير وأفران الصهر والتحضير وملحقاتها وضغطية هواء وعربات نقل المنتجات من داخل الأفران والقوالب ، ومكنان تغذيتها ومعدات الورشة الميكانيكية والكهربائية .
- قدرت قيمة الأدوات الإحتياطية ولمدة سنتين 10% من قيمة المكنان سنوياً .
- يحتاج المشروع إلى مساحة 3500 م<sup>2</sup> وبسعر دينارين لكل متر مربع وبناء 1750 م<sup>2</sup> متمثلة بقاعة الإنتاج ومخزين للمواد الأولية والسلع الجاهزة وبنيات للإدارة وللمختبر وللخدمات و قدرت كلفة بناء المتر المربع الواحد 75 ديناراً.
- تحتاج العملية الإنتاجية إلى رمل و كاربونات الصوديوم وحجر الكلس والدولمايت ومكاسير الزجاج ومواد أولية أخرى ، ولإنتاج 500 طن من المرامد يحتاج المشروع إلى حوالي 600 طن من المواد الأولية و قدرت قيمتها ولسنة إنتاجية واحدة مبلغ 35000 دينار .
- إحتياجات المشروع من الإيدي العاملة كانت كالاتي :

الخبرة	العدد	الأجر الشهري	الخبرة	العدد	الأجر الشهري
مدير المعمل	1	500	حارس	1	100
إداري	2	150	مهندس ميكانيك	1	450
محاسب	1	200	عمال ماهرين	10	180
مأمور مخزن	1	120	عمال شبه ماهرين	8	120
معين	1	100	عمال غير ماهرين	5	90

- بلغت المصاريف الصناعية ( كهرباء، ماء ووقود بأنواعه ) بحدود 15240 دينار سنوياً.
- بلغ معدل إندثار وصيانة المكنان على التوالي 10% و 5% من قيمتها سنوياً.
- بلغ معدل إندثار وصيانة المباني على التوالي 5% و 2% من قيمتها سنوياً.
- بلغ معدل التأمين على المكنان ضد الحريق 0.5% من قيمتها سنوياً.
- الفائدة على الرأس المال الثابت بلغت بمعدل 8% سنوياً.
- سعر بيع المرمدة الواحدة 0.200 ديناراً.
- المطلوب إيجاد القيمة المضافة الإجمالية والصافية والنسبة المئوية لربحية المشروع وحجم نقطة التعادل والنسبة المئوية لحد الأمان ومدة إطفاء ( إسترداد ) المشروع ، وهل يعتبر المشروع

مجدي إقتصاديًا ؟ ( ans.: 191995 , 175082.5 , 38% , 402121 , 68% , 2.2 , yes )

2- تقرر إقامة مشروع لإنتاج الحلويات ، إذ أستخدم خط تصنيع مستمر طاقته نصف طن في الساعة وعلى أساس وجبة عمل واحدة ( 8 ساعات ) ولمدة 250 يوم عمل سنوياً ، إذا توفرت المعلومات التالية:

- قدرت قيمة المكنن والمعدات 50000 دينار متمثلة بخفاقة بيض ، خباطتي حليب ومواد أولية ، قدور طبخ وطاولات تبريد مختلفة ، عجانة - قصارة ، مكنن صنع الشرائط والأقراص والتغليف والتعبئة ، مرجل بخار وبرج تبريد الماء وملحقاته والواح سيطرة كهربائية أوتوماتيكية لتنظيم الوقت.
- بلغت قيمة الأدوات الإحتياطية ولمدة سنتين 5000 ديناراً سنوياً.
- حددت المساحة المطلوبة للمصنع 2000 م<sup>2</sup> وبسعر دينارين لكل متر مربع ، أما المساحة اللازمة للإنتاج ( 600 م<sup>2</sup> ) وللمخازن ( 250 م<sup>2</sup> ) ولالإدارة وللخدمات ( 150 م<sup>2</sup> ) و قدرت قيمة البناء بمقدار 60 دينار / م<sup>2</sup> .
- يحتاج المشروع إلى مواد أولية قدرت بمبلغ 250000 ديناراً سنوياً.
- كما يحتاج المشروع إلى الأيدي العاملة التالية:

الخبرة	العدد	الأجر الشهري	الخبرة	العدد	الأجر الشهري
مهندس كيمياوي	1	450	عامل غير ماهر	5	75
فني للصيانة	1	250	مدير إدارة	1	200
عامل ماهر	2	150	كاتب	1	100
عامل شبه ماهر	3	90	محاسب	1	120

- وبلغت نفقات الضمان والخدمات الصحية والمكافئات لجميع العاملين 7220 ديناراً سنوياً.
- ينفق المشروع كمية من الماء بقيمة 900 ديناراً وكهرباء 1100 ديناراً ووقود 7000 ديناراً سنوياً.
- بلغ معدل إندثار وصيانة المكنن على التوالي 10% و 5% من قيمتها سنوياً.
- بلغ معدل إندثار وصيانة المباني على التوالي 5% و 2% من قيمتها سنوياً.
- بلغ معدل التأمين على المكنن ضد الحريق 0.5% من قيمتها سنوياً.
- الفائدة على الرأس المال الثابت بلغت بمعدل 8% سنوياً.
- بلغ سعر بيع الطن الواحد 400 ديناراً.

المطلوب إيجاد القيمة المضافة الإجمالية والصافية والنسبة المئوية لربحية المشروع وحجم نقطة التعادل والنسبة المئوية لحد الأمان ومدة إطفاء ( إسترداد ) المشروع ، وهل يعتبر المشروع مجدي إقتصاديًا ؟ ( ans.: 137220 , 129020 , 74% , 198 , 80% , 1.23 , yes )

3- بلغت قيمة المبيعات الشهرية لمعمل ينتج المصابيح الكهربائية 5000 وكان معدل إنتاج الطاقة الإنتاجية نحو 50% من أصل 100% ، وتم صرف المبالغ الآتية :

المواد الأولية 1650 ، إيجور العمال 950 ، الكهرباء 150  
 الرواتب للموظفين 350 ، مصاريف إدارية 150 ، مصاريف تسويق 150  
 الإيجار السنوي 2400 ، الإستهلاك (الإندثار) 50 ، الصيانة 50  
 إندثار الآلات والعدد غير الإنتاجية سنوياً 3600 .  
 أوجد نقطة التعادل معزراً إجابتك بالرسم .  
 (ans.: 2500 )

4- ينتج معمل للصناعات الكهربائية نوع واحد من المحولات تباع المحولة الواحدة ب \$ 60 في حين بلغت تكاليف المواد الأولية والإيجور المباشرة والمصاريف الصناعية للمحولة الواحدة \$ 40 وبلغت التكاليف الثابتة للمعمل \$ 250000 ، إحسب نقطة التعادل وحجم التعادل ( كمية الإنتاج ) ،  
 موضحاً ذلك بالرسم البياني .  
 (ans.: 750000 , 12500 )

5- توفرت لدينا المعلومات الآتية عن معمل لإنتاج البطاريات للسيارات سعر بيع البطارية الواحدة \$ 16 والكلفة المتغيرة لإنتاج البطارية \$ 14 والكلفة السنوية الثابتة \$ 500000 . المطلوب إيجاد نقطة التعادل وحجم التعادل ومن ثم حساب نقطة التعادل وحجم التعادل الجديد إذا فرضنا معدل تغير نسبي قدره 5% طراً على الكلفة المتغيرة لإنتاج البطارية و على سعر البيع مبيناً ذلك بالرسم .  
 (ans.: 4000000 , 250000 ; 4000000 , 238095 )

6- في ورشة لشركة تنتج أربعة أنواع من المنتجات بالوقت والكميات المبينة أدناه :

عدد العمال في الورشة 33 عامل ، عدد أيام العمل الفعلية في السنة 300 يوم  
 عدد وجبات العمل في اليوم وجبة واحدة ، عدد ساعات وجبة العمل 8 ساعات

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
كمية الإنتاج	500	350	200	600
الوقت اللازم لإنتاج الطن الواحد بالساعات	4	3	6	2

المطلوب حساب الإنتاجية بطريقة معامل التكافؤ ( التحميل ) بإعتبار إن  $X_1$  هو المنتج الرئيسي (الأساسي) .  
 (ans.: 0.0172 )